



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 10051353

(43)Date of publication of application: 20.02.1998

(51)Int. Cl.

H04B 1/707
H04B 1/10
H04B 7/08

(21)Application number: 08206935

(71)Applicant:

NEC CORP

(22)Date of filing: 06.08.1996

(72)Inventor:

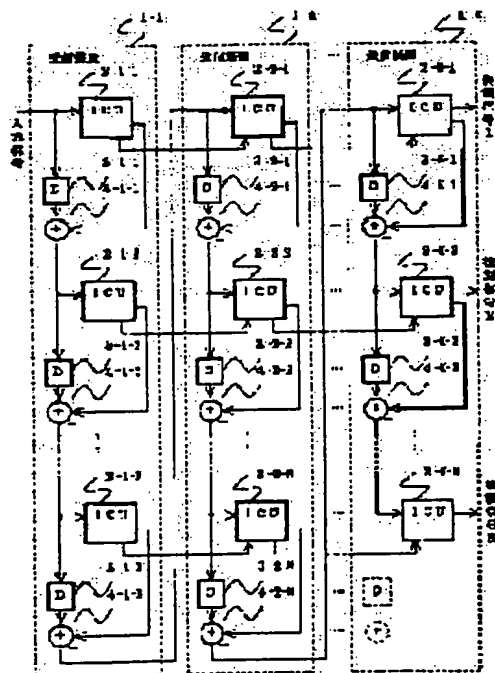
YOSHIDA NAOMASA
ATOKAWA AKIHISA

(54) CDMA MULTI-USER RECEIVER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide the CDMA(code division multiplex access) multi-user receiver of multi-stage configuration by reducing remarkably the scale of a storage device and improving the interference elimination characteristic in the case of multi-path propagation.

SOLUTION: N sets of users are divided into N groups (or N or below) by using M-stages of receivers 1-m and interference elimination processing is conducted from a high-order group with a higher level in each divided group in the series configuration, an interference elimination section (ICU) 2-m-n receives an error signal obtained in the interference elimination processing of a pre-stage final group and an interference replica of the user of a pre-stage same level group in the interference elimination processing of the current stage pre-group or in the case of a highest order group and estimates again the interference replica of the user of the current stage of the same level group and outputs a spread signal relating to a difference between the interference replica of the user of the current stage of the same level group and the interference level of the user of the pre-stage of the same level group. A delay device (D) 3-m-n delays the error signal by a prescribed value and an adder 4-m-n subtracts the spread signal from the output signal of the delay device (D) 3-m-n and provides an output of an updated error signal.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-51353

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	1/707		H 0 4 J 13/00	D
	1/10		H 0 4 B 1/10	M
	7/08		7/08	Z

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-206935

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月6日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 吉田 尚正

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 後川 彰久

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

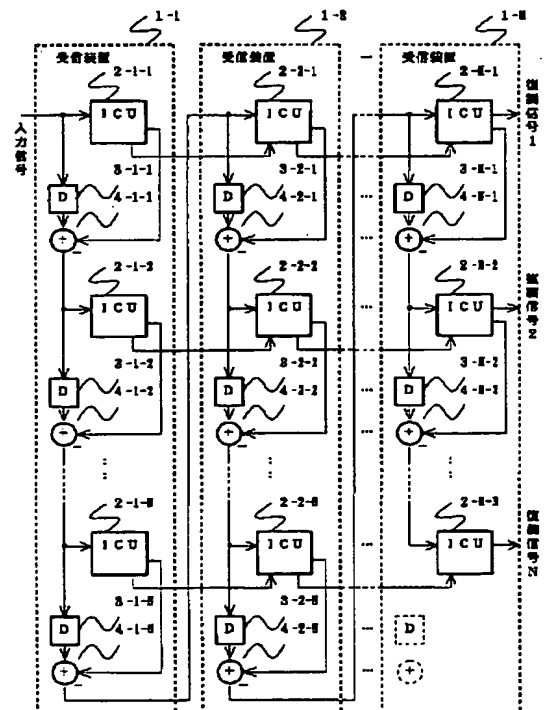
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 CDMAマルチユーザ受信装置

(57) 【要約】

【課題】 記憶装置の規模を大幅削減し、マルチパス伝搬の際の干渉除去特性を向上できる多段構成のCDMAマルチユーザ受信装置を提供することである。

【解決手段】 M段の各受信装置1-mで全Nユーザを受信レベルに従いN群(N以下でも可)に分割し分割された各群でレベルの大きな上位群から干渉除去処理を行なう直列構成を有し、干渉除去部(ICU)2-m-nは、現段前位群の干渉除去処理または最上位群の場合には前段最終群の干渉除去処理で得られた誤差信号と前段同位群のユーザの干渉レプリカとを入力し現段同位群のユーザの干渉レプリカを再推定すると共にこの現段同位群のユーザの干渉レプリカと前記前段同位群のユーザの干渉レプリカとの差に関する拡散信号を出力し、遅延器(D)3-m-nは前記誤差信号を所定値だけ遅延させ、また加算器4-m-nはこの遅延器(D)3-m-nの出力信号から拡散信号を減じ、更新誤差信号として出力している。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数段を形成して各段で全ユーザを群分割し、干渉除去処理を行なって各ユーザの復調信号を出力するCDMA（Code Division Multiple Access：符号分割多元接続）マルチユーザ受信装置において、各段で全ユーザを受信レベルに従って複数の群に分割し、分割された群それぞれで、レベルの大きな上位群から干渉除去処理を行なう直列構成を有し、現段前位群の干渉除去処理、または最上位群の場合には前段最終群の干渉除去処理で得られた誤差信号と前段同位群のユーザの干渉レプリカとを入力し、現段同位群のユーザの干渉レプリカを再推定すると共にこの現段同位群のユーザの干渉レプリカと前記前段同位群のユーザの干渉レプリカとの差に関する拡散信号を出力する干渉除去部（ICU）と、前記誤差信号を所定値だけ遅延させる遅延器と、この遅延器の出力信号から前記拡散信号を減じ、更新された誤差信号として出力する加算器とを備え、この加算器の出力信号を現段下位群の干渉除去部、または、最下位群の場合には次段最上位群の干渉除去部に接続することを特徴とするCDMAマルチユーザ受信装置。

【請求項2】 請求項1において、前記分割された複数の群の数は全ユーザ数であり、全ユーザが直列構成されることを特徴とするCDMAマルチユーザ受信装置。

【請求項3】 請求項1において、前記群分割された各群に複数ユーザが並列構成され、直列構成された各群で、前段の干渉除去処理で得られた誤差信号と前段同一ユーザ対応の干渉レプリカとを入力し、現段同一ユーザ対応の干渉レプリカを再推定すると共にこの現段同一ユーザ対応の干渉レプリカと前記前段同一ユーザ対応の干渉レプリカとの差に関する拡散信号を出力する干渉除去部（ICU）と、前記誤差信号を所定値だけ遅延させる遅延器と、この遅延器の出力信号から現段当該群の複数ユーザそれぞれに対する全ての前記拡散信号を減じ、更新された誤差信号として現段下位群、または最下位群の場合には次段最上位群へ出力する加算器とを備えることを特徴とするCDMAマルチユーザ受信装置。

【請求項4】 複数段を形成し、各段で全ユーザを群分割し、干渉除去処理を行なって各ユーザの復調信号を出力するCDMAマルチユーザ受信装置において、前記全ユーザが一つの群に並列構成され、前段の干渉除去処理で得られた誤差信号と前段同一ユーザ対応の干渉レプリカとを入力し現段同一ユーザ対応の干渉レプリカを再推定すると共にこの現段同一ユーザ対応の干渉レプリカと前記前段同一ユーザ対応の干渉レプリカとの差に関する拡散信号を出力する干渉除去部（ICU）と、前記誤差信号を所定値だけ遅延させる遅延器と、この遅延器の出力信号から現段当該群の前記拡散信号を減じ、更新された誤差信号として次段へ出力する加算器とを備えることを特徴とするCDMAマルチユーザ受信装置。

【請求項5】 複数段を形成し、各段で全ユーザを群分

2

割し、干渉除去処理を行なって各ユーザの復調信号を出力するCDMAマルチユーザ受信装置において、前記全ユーザが一つの群に並列構成され、前段の干渉除去処理で得られた誤差信号と前段同一ユーザ対応の干渉レプリカとを入力し、現段同一ユーザ対応の干渉レプリカを再推定し、その拡散信号を出力する干渉除去部（ICU）と、前段の出力信号を入力し所定値だけ遅延させて次段へ出力する遅延器と、この遅延器の出力信号から現段当該群の前記拡散信号を減じ、更新された誤差信号として次段へ出力する加算器とを備えることを特徴とするCDMAマルチユーザ受信装置。

【請求項6】 請求項1、2、3、4、または請求項5において、前記干渉除去部（ICU）は、複数パスで構成されるマルチパス伝搬路と、該マルチパス伝搬路に対応してパス単位に複数を設けられ、逆拡散処理する逆拡散手段と、この逆拡散手段の出力信号に前記前段干渉レプリカを前記パス単位に加算して出力する第1の加算器と、この第1の加算器の出力信号をパス単位に復調して出力すると共に推定した伝送路特性を出力する検波器と、この検波器の各パスの復調信号を合成して出力する第2の加算器と、この第2の加算器の出力信号から送信シンボルを判定する判定器と、前記検波器から出力される伝送路特性をパス単位に乘じ、現段干渉レプリカとして出力する乗算器と、前記前段干渉レプリカを受けパス単位に前記現段干渉レプリカから減じて出力する減算器と、この減算器の出力信号をパス単位に拡散処理して出力する拡散手段と、各パスのこの拡散手段の出力信号を合成して出力する第3の加算器とを備えることを特徴とするCDMAマルチユーザ受信装置。

【請求項7】 請求項6において、前記干渉除去部（ICU）は、更に、前記第3の加算器の出力を入力し、該入力に“1”以下の重みを乗じて出力する乗算器を、追加して備えることを特徴とするCDMAマルチユーザ受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数段を形成し各段で全ユーザを群分割し干渉除去処理を行なって各ユーザの復調信号を出力するCDMA（Code Division Multiple Access：符号分割多元接続）マルチユーザ受信装置に関し、特に、記憶装置規模を削減し、かつマルチパス伝搬の際の干渉除去特性を向上できるCDMAマルチユーザ受信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 直接拡散処理によるCDMA方式は、加入者容量を大幅に拡大し得る可能性があるため、移动通信システムにおける多重アクセス方式として注目されている。CDMA方式では、各ユーザ信号は、固有の符号で広い周波数帯域に拡散され伝送路に送出される。受信側では、符号多重された信号から逆拡散の家庭を経て希

望波信号が検出される。この際、各ユーザに割り当てられた拡散符号の相互相関に起因して干渉が生じる。

【0003】これらの干渉を除去する装置として、これらの干渉を、全てのユーザの拡散符号、伝送路特性などを用いて除去するマルチユーザ受信装置が知られている。

【0004】マルチユーザ受信装置に関する文献として、例えば、エム・ケイ・バラナシ (M. K. Varanasi) およびビー・アーシャン (B. Aashang) による「マルチステージデテクション イン アシンクロナス コード・ディビジョン マルチプル・アクセス コミュニケーションズ (Multistage Detection Asynchronous Code-Division Multiple-Access Communications)」(IEEE Trans. Commun., vol. COM-38, No. 4, pp. 509-519, April 1990) がある。

【0005】この方式では、まず、最初の段で、全てのユーザ信号を一旦復調し、各ユーザの干渉レプリカを作成して、受信された入力信号から希望波信号ユーザ以外の干渉レプリカを減じて除去する。次の段でこの信号を用いて再度希望波信号ユーザの復調を行なうことで第2段の復調結果は最初の段の復調結果より信号品質が向上する。この多段構成を用いて一連の処理を複数回繰り返すことによって、干渉除去特性が改善される。

【0006】また、他の文献として、深澤、佐藤 (拓朗)、川辺、佐藤 (慎一)、および杉本による「パイロット信号を用いた伝搬路推定に基づく干渉キャンセラの構成とその特性」(電子情報通信学会論文誌、B-II Vol. J77-B-II No. 11 1994 年11月) がある。この文献では、装置の簡易化を可能とする誤差信号継承形構成が採用されており、更にユーザ単位の硬判定シンボルを干渉レプリカとして扱うことで記憶装置の規模が削減されている。

【0007】しかし、各段の検波処理では、干渉を受けた初段で推定した伝送路特性を各段それぞれで用いているため、伝送路推定誤差が大きい場合には干渉除去特性が大きく劣化する。

【0008】これらの方式の応用として各段の検波処理において最初の段でのみ推定した伝送路特性を用いるのではなく、各段毎で伝送路推定を行ない伝送路推定誤差による干渉除去特性の劣化を抑える方式が近年提案された。

【0009】この文献としては、例えば、佐和橋、三木、安藤、樋口による「DS (Direct Sequence)-CDMAにおけるパイロットシンボルを用いる逐次チャネル推定型シリアルキャンセラ」(電子情報通信学会、無線通信システム研究会技術報告、RCS95-50、1995年7月) がある。この方式では、受信レベルの大きなユーザから順番に復調及び干渉除去していく直列構成が採用されている。

【0010】従来、この種のCDMAマルチユーザ受信

装置では、図5に示されるような干渉除去処理の回路がユーザ復調信号毎に各段を形成し、この複数段により装置が構成されている。

【0011】図示される回路は、上記文献の方式と特性上等価であり、装置の簡易化が可能な誤差信号継承形構成を採用している。ここで、図5の回路は、 N 個 ($N \geq 1$ の整数) のユーザの受信用で M 段 ($M \geq 1$ の整数) 構成のマルチユーザ受信装置のうち、第 m 段 ($1 \leq m \leq M$ の整数) および第 n ユーザ ($1 \leq n \leq N$ の整数) の干渉除去処理構成を示している。

【0012】マルチユーザ受信装置では、予め全ユーザの受信レベルランキングを作成し、各段ではレベルの大きな順に復調及び干渉除去処理を行なう。受信レベルランキングは、受信信号を用いて一度だけ行なう場合と各段で干渉除去信号から逐次行なう場合とがある。

【0013】図示される加算器201は、前位ユーザ、または最前位ユーザの場合には前段最終(第 N) ユーザの干渉除去処理で得られた誤差信号 $r_{m,n}$ を入力として、前段で推定された干渉レプリカ(希望波信号) $x_{m-1,n}$ を加算する。最初の段の処理の場合、前段の干渉レプリカは存在しないため入力はなく、また、最初の段の第1ユーザの入力 $r_{1,1}$ は受信信号そのものである。

【0014】干渉除去部(ICU)200は、 K 個 ($K \geq 1$ の整数) のマルチパス伝搬路を有し、 K 個のマルチパス伝搬路それぞれに対応して、それぞれ K 個の逆拡散手段21および検波器23を備えている。

【0015】逆拡散手段21は、第 k パス ($1 \leq k \leq K$ の整数) に同期したタイミングで第 n ユーザの拡散符号 $c_{n,k}$ を用いて加算器201の出力を逆拡散する。検波器23は、伝送路推定手段31、複素共役手段32、および乗算器33により構成される。

【0016】検波器23は、逆拡散手段21の出力に対し伝送路推定手段31で推定した伝送路特性を複素共役手段32を介して乗算器33へ送り、キャリア位同期を行なう。乗算器33は、同時にこの複素共役手段32の出力により逆拡散手段21の出力に対してレイク合成(最大比合成)のための振幅重み付けを行なう。

【0017】検波器23としては、前記文献「DS-SSDMAにおけるパイロットシンボルを用いる逐次チャネル推定型シリアルキャンセラ」に記載されているパイロットシンボル内挿を用いた同期検波方式がフェージング環境では有効である。

【0018】加算器24は、 K 個のパスそれぞれの乗算器33の出力である重み付けされた検波出力をレイク合成し、判定器25へ出力する。判定器25は、加算器24の出力から最も確からしい送信シンボル $d_{m,n}$ を判定する。

【0019】また、乗算器26および拡散手段28は、 K 個のパスそれぞれに対して直列に接続される。乗算器26は、判定器25の出力に対して、検波器23の伝送

路推定手段31の出力である伝送路特性をパス単位に乗算する。拡散手段28は、乗算器26の各パス（第 k パス）に同期したタイミングで第 n ユーザの拡散符号 $c_{n,k}$ を用いて乗算器26の出力を拡散する。

【0020】また、加算器29は、拡散手段28の K 個の出力である各パスのレプリカを合成し、第 n ユーザの干渉レプリカ $x_{m,n}$ を得る。

【0021】一方、遅延器209は、加算器29の出力が得られるまで、加算器201の出力を遅延させて加算器210へ出力する。干渉除去部（ICU）200での遅延は主に逆拡散手段21において生じる。

【0022】加算器210は、誤差信号 $r_{m,n}$ に前段の干渉レプリカ $x_{m-1,n}$ を加えた遅延器209の出力から現段の干渉レプリカ $x_{m,n}$ を減じ誤差信号 $r_{m,n+1}$ を更新する。この際、各段最終の第 N ユーザの場合、誤差信号 $r_{m+1,n}$ が更新される。この更新誤差信号 $r_{m,n+1}$ または誤差信号 $r_{m+1,n}$ は次ユーザの干渉除去処理構成に入力され、干渉除去処理される。

【0023】上記説明による例では、各段間で干渉レプリカ $x_{m,n}$ の授受が必要となる。また、各段の同一ユーザの干渉除去処理には時間差が存在するため、干渉レプリカ $x_{m,n}$ を一旦蓄積する必要がある。干渉レプリカ $x_{m,n}$ はユーザ単位の拡散信号であり、また干渉レプリカ $x_{m,n}$ にはオーバーサンプル値が用いられるため、その蓄積には大規模な記憶装置が必要となる。

【0024】更に、上記干渉レプリカ $x_{m,n}$ は全パスの合成信号であり、逆拡散手段21における復調対象パスの逆拡散の際に復調対象外のパスの干渉レプリカ $x_{m,n}$ が自己相関により干渉となる。この干渉の影響は段を重ねても除去できない。

【0025】復調対象パスで処理する際に他ユーザの干渉信号と共に復調対象外パスでの干渉信号も減じる方式、すなわち、図5において等価的に加算器201で復調対象パスのみのレプリカを加算する方式が考えられる。

【0026】この技術に関する文献として、例えば、ワイ・シー・ユーン（Y. C. Yoon）、アール・コーノ（R. Kohno）、エイチ・イマイ（H. Imai）による「ア・スプレッドスペクトラム マルチアクセス システム ウィズ ア カスケード オブ コ・チャネル インタフェアランス キャンセラーズ フォー マルチパス フェージング チャネル（A Spread-Spectrum Multi-Access System with a Cascade of Co-Channel Interference Cancellers for Multipath fading Channel）」（Proc. IEEE Second International Symposium on Spread Spectrum Technique and Applications (ISSSTA) '92, pp. 87-90, Dec. 1992）がある。

【0027】この文献では、主波（例えば、レベルが最大のパス）以外のパスを干渉と見做し、他のパスの干渉レプリカは希望波として合成に利用されていない。すな

わちこれは、干渉レプリカ $x_{m,n}$ として主波の拡散信号のみが用いられることに相当する。

【0028】これに対してパス単位の干渉レプリカを用意しパス単位に加算および逆拡散を行えば、復調対象パスの逆拡散の際に復調対象外パスが干渉とはならず、各パスの検波および合成を行なうことができる。

【0029】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のCDMAマルチユーザ受信装置では、各段間で干渉レプリカ $x_{m,n}$ の授受が必要となり、また干渉除去処理には時間差が存在するため、干渉レプリカ $x_{m,n}$ を一旦蓄積する必要があり、かつ干渉レプリカ $x_{m,n}$ はユーザ単位の拡散信号であり、また干渉レプリカ $x_{m,n}$ にはオーバーサンプル値が用いられるため、その蓄積には大規模な記憶装置が必要になり、更に、上記干渉レプリカ $x_{m,n}$ は全パスの合成信号であり、逆拡散手段における復調対象パスの逆拡散の際に復調対象外のパスの干渉レプリカ $x_{m,n}$ が自己相関により干渉となる。この干渉の影響は段を重ねても除去できない。

【0030】これら問題点を解決する上記文献（Proc. IEEE ISSSTA'92）に記載された技術ではパス単位の干渉レプリカを用意しパス単位に加算および逆拡散を行なうことにより、復調対象パスの逆拡散の際に復調対象外パスが干渉とはならず、各パスの検波および合成を行なうことができる。

【0031】しかし、この構成では、パス単位の拡散信号を干渉レプリカとして用意しておくので、更に大規模な記憶装置を必要とするという問題点がある。

【0032】本発明の課題は、記憶装置の規模を大幅に削減すると共に、伝送路推定を逐次行なう場合においてパス単位の干渉除去を容易に実現し、マルチパス伝搬の際の干渉除去特性を向上できる多段構成のCDMAマルチユーザ受信装置を提供することである。

【0033】

【課題を解決するための手段】本発明によるCDMAマルチユーザ受信装置は、複数段を形成し、各段で全ユーザを群分割し、干渉除去処理を行なって各ユーザの復調信号を出力するCDMA（符号分割多元接続）マルチユーザ受信装置において、各段で全ユーザを受信レベルに従って複数の群に分割し分割された群それぞれで、レベルの大きな上位群から干渉除去処理を行なう直列構成を有し、現段前位群の干渉除去処理、または最上位群の場合には前段最終群の干渉除去処理で得られた誤差信号と前段同位群のユーザの干渉レプリカとを入力し、現段同位群のユーザの干渉レプリカを再推定すると共にこの現段同位群のユーザの干渉レプリカと前記前段同位群のユーザの干渉レプリカとの差に関する拡散信号を出力する干渉除去部（ICU）と、前記誤差信号を所定値だけ遅延させる遅延器と、この遅延器の出力信号から前記拡散信号を減じ、更新された誤差信号として出力する加算器

とを備え、この加算器の出力信号を現段下位群の干渉除去部、または、最下位群の場合には次段最上位群の干渉除去部に接続している。

【0034】また、前記群分割されて直列構成された各群には一つのユーザのみの場合と複数ユーザが並列構成されている場合とそれぞれが混合構成されている場合とがある。

【0035】また、前記干渉除去部（ICU）は、複数パスで構成されるマルチパス伝搬路と、該マルチパス伝搬路に対応してパス単位に複数を設けられ逆拡散処理する逆拡散手段と、この逆拡散手段の出力信号に前記前段干渉レプリカを前記パス単位に加算して出力する第1の加算器と、この第1の加算器の出力信号をパス単位に復調して出力すると共に推定した伝送路特性を出力する検波器と、この検波器の各パスの復調信号を合成して出力する第2の加算器と、この第2の加算器の出力信号から送信シンボルを判定する判定器と、前記検波器から出力される伝送路特性をパス単位に乘じ、現段干渉レプリカとして出力する乗算器と、前記前段干渉レプリカを受けパス単位に前記現段干渉レプリカから減じて出力する減算器と、この減算器の出力信号をパス単位に拡散処理して出力する拡散手段と、各パスのこの拡散手段の出力信号を合成して出力する第3の加算器とを備えている。

【0036】上述の手段によりシンボルレート処理が積極的に活用されるので、各段間の干渉レプリカの伝送速度が低減し、その結果、記憶装置の規模を大幅に削減すると共にパス単位の干渉除去を容易に実現している。

【0037】また更に、前記干渉除去部（ICU）は、出力側に出力に“1”以下の重みを乗じる乗算器を備えている。

【0038】この手段により更に、干渉除去特性の向上を図ることができる。

【0039】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0040】図1は本発明の実施の一形態を示す機能ブロック図である。図1に示されたCDMAマルチユーザ受信装置はM段（ $M \geq 1$ の整数）の受信装置1-1, ~, 1-Mにより構成され、各段の受信装置1-m（ $1 \leq m \leq M$ ）では、全ユーザの受信レベルランキングが予め作成され、各段でNユーザ（ $N \geq 1$ の整数）が、受信レベルに従ってユーザ数と同一のN群に分割され、直列構成として、復調および干渉除去処理がレベルの大きな上位群、第1群から最下位群の第N群まで順次行なわれるものとする。この構成は請求項2に対応している。

【0041】各段の受信装置1-m（ $1 \leq m \leq M$ ）では、図示されるように、N群それぞれに対応して第n群（ $1 \leq n \leq N$ ）として、干渉除去部（以後、ICUと呼称する）2-m-n、遅延器（D）3-m-n、および加算器4-m-nが備えられるものとする。

【0042】ICU 2-m-nは、最上位第1群にあつては前段の（m-1）段の最下位第N群の干渉除去処理、および、最上位第1群以外にあつては一つ上位の第（n-1）群の干渉除去処理、それぞれから得られた誤差信号と前段同一ユーザのICU 2-(m-1)-nで推定された干渉レプリカとを入力し、現段m段の干渉レプリカを再推定し、次段（m+1）段の同一ユーザのICU 2-(m+1)-nへ出力すると共に現段m段の干渉レプリカと前段（m-1）段の干渉レプリカとの差に関する拡散処理結果を出力する。最終段第M段のICU 2-M-1, ~, 2-M-Nそれぞれでは、現段M段の干渉レプリカを再推定する必要はなく復調結果出力がそのまま各ユーザの復調信号1, ~, Nそれぞれとして出力される。

【0043】初段第1群の最上位第1群のICU 2-1-1への入力する誤差信号は受信信号そのものである。また、最終M段において遅延器（D）3-M-Nおよび加算器4-M-Nは削除されているものとする。

【0044】遅延器（D）3-m-nは、ICU 2-m-nへ入力する誤差信号をICU 2-m-nから出力するまでの時間だけ遅延させ、加算器4-m-nへ出力する。加算器4-m-nは、遅延器（D）3-m-nからの出力からICU 2-m-nの出力を減じ、更新した誤差信号を次位第（n+1）群へ出力する。第N群の場合には、出力は次段の最上位第1群へ接続される。最終M段では出力先がないので、上述のように遅延器（D）3-M-Nおよび加算器4-M-Nは不要である。

【0045】次に、図1に図2を併せ参照してICU（干渉除去部）2-m-nについて説明する。

【0046】ICU 2-m-nは、K個（ $K \geq 1$ の整数）のマルチパス伝送路に対応して、逆拡散手段21、加算器22および検波器23を前段に有し、K個のマルチパス伝送路に共通な加算器24および判定器25を介して後段に接続されるものとする。後段のK個のマルチパス伝送路に対応する構成要素は乗算器26、加算器27、および拡散手段28であり、加算器29がK個の拡散手段28の出力を入力して加算し出力信号として次の群へ出力するものとする。

【0047】従来との相違点は、K個のマルチパス伝送路に対応する前段の加算器22および後段の加算器27が追加されていることである。

【0048】検波器23は、従来と同様、伝送路推定手段31、複素共役手段32、および乗算器33により構成されている。

【0049】逆拡散手段21は、第kパス（ $1 \leq k \leq K$ ）に同期したタイミングで第nユーザの拡散符号 $c_{n,k}$ を用いて入力信号の誤差信号を逆拡散して出力する。加算器22は、逆拡散手段21の出力に、前段（m-1）段で推定された干渉レプリカ（希望波信号） $h_{m-1,n,k} \cdot d_{m-1,n}$ をパス単位に加算する。初段第1段処理の場合には前段（m-1）段がないので加算器22

に加えられる干渉レプリカは存在しない。

【0050】検波器23は、従来と同様で、逆拡散手段21の出力に対し伝送路推定手段31によりキャリア位相同期を行ない、この出力信号を複素共役手段32を介して乗算器33へ送る。乗算器33はこの複素共役手段32の出力と逆拡散手段21の出力とをレイク合成（最大比合成）のための振幅重み付けを行なう。

【0051】加算器24は、K個のパスそれぞれの乗算器33の出力である重み付けされた検波出力をレイク合成し、判定器25へ出力する。判定器25は、加算器24の出力から最も確からしい送信シンボル $d_{m,n}$ を判定し、結果を判定シンボルとして各パスの乗算器26へ出力する。

【0052】乗算器26は、判定シンボルに伝送路推定手段31の出力である伝送路特性 $h_{m,n,k}$ をパス単位に乘じる。乗算器26のK個の出力は現段m段の干渉レプリカ $h_{m,n,k} \cdot d_{m,n}$ として次段へ送出される。加算器27は乗算器26の出力から前段(m-1)段の干渉レプリカをパス単位で減じる。

【0053】拡散手段28は、第kパスに同期したタイミングで、第nユーザの拡散符号 $c_{n,k}$ を用いて加算器27の出力を拡散処理する。

【0054】加算器29は、K個の各パスの拡散手段28の出力を合成し、第nユーザの現段m段の干渉レプリカと前段(m-1)段の干渉レプリカとの差に関する拡散処理結果を出力信号として出力する。

【0055】次に、図3を参照して図1とは別の実施の形態について説明する。この形態は請求項5に対応するものである。

【0056】図3に示されたCDMAマルチユーザ受信装置は、M段($M \geq 1$ の整数)を形成する受信装置11-1, ~, 11-Mにより構成され、各段の受信装置11-m($1 \leq m \leq M$)では、各段でNユーザ($N \geq 1$ の整数)を一群の並列構成として、受信レベルに無関係に復調および干渉除去処理を行なうものとする。

【0057】各段の受信装置11-mでは、図示されるように、Nユーザそれぞれに対応したn個($1 \leq n \leq N$)の干渉除去部(以後、ICUと呼称する)12-m-nが備えられ、これらに共通に各受信装置11-mそれぞれに対応して遅延器(D)12-mと遅延器(D)12-mの出力およびN個のICU13-m-nの出力を入力する加算器14-mとが備えられているものとする。

【0058】第m段のICU12-m-1, ~, 12-m-Nそれぞれは、前段(m-1)段の各ユーザの干渉除去処理から加算器14-(m-1)を介して得られた誤差信号と前段同一ユーザのICU2-(m-1)-nで推定された干渉レプリカとを入力し、現段m段の干渉レプリカを再推定し次段(m+1)段の同一ユーザのICU2-(m+1)-nへ出力すると共に現段m段の干渉レプリカと前段(m-1)段の干渉レプリカとの差に関する拡散処理結果を出力する。

最終段第M段のICU12-M-1, ~, 12-M-Nそれぞれでは、現段M段の干渉レプリカを再推定する必要はなく、復調結果出力がそのままユーザ毎の復調信号1, ~, Nとして出力される。

【0059】初段第1段のICU2-1-1, ~, 2-1-Nそれぞれへ入力する誤差信号は受信信号そのものである。また、最終M段において、遅延器(D)13-Mおよび加算器14-Mは削除されているものとする。

【0060】遅延器(D)13-mは、ICU12-m-nへ入力する誤差信号をICU12-m-nから出力するまでの時間だけ遅延させ、加算器14-mへ出力する。加算器14-mは、遅延器(D)13-mの出力からICU12-m-1, ~, ICU12-m-N合計N個の拡散処理結果出力を減じ、更新した誤差信号を次段へ出力する。最終M段では出力が各ユーザの復調信号であるので、上述のように、遅延器(D)13-Mおよび加算器14-Mは不要である。

【0061】このように並列構成される同一群内のユーザ数N1が大きき場合に、干渉除去処理により得られた誤差信号の信頼度が低下し、特性が劣化する場合がある。このような場合、ICU12-m-nにおける加算器29の後段に乗算器30を設け、加算器29の出力に“1”以下の重み α を乗じると誤差信号の信頼度の低下、および干渉除去特性の劣化を防止するのに効果がある。

【0062】また、乗算器30は、必ずしも、加算器29の後段に挿入される必要はなく、例えば減算器27の後段で、拡散手段28との間に挿入されても同様な効果が得られる。

【0063】次に、更に、図4を参照して図1および図2とは別の実施の形態について説明する。この形態は請求項6に対応するものである。

【0064】図4に示されたCDMAマルチユーザ受信装置は、M段($M \geq 1$ の整数)を形成する受信装置11-1, ~, 11-Mにより構成され、各段の受信装置11-m($1 \leq m \leq M$)では各段でNユーザ($N \geq 1$ の整数)を一群の並列構成として有し、受信レベルに無関係に復調および干渉除去処理を行なう、上記図3と全く同様な構成であるものとする。

【0065】図4が図3と相違する点は、各段の受信装置11-mの遅延器(D)13-mの出力が加算器15-mへ供給されると共に次段(m+1)段の遅延器(D)13-(m+1)へも供給されていることである。

【0066】各段の受信装置11-mでは、図示されるように、Nユーザそれぞれに対応したn個($1 \leq n \leq N$)のICU12-m-nが備えられ、これらに共通に各受信装置11-mそれぞれに対応して遅延器(D)12-mと、遅延器(D)12-mの出力およびN個のICU13-m-nの出力を入力する加算器15-mとが備えられているものとする。

【0067】第 m 段のICU12- $m-1$, ~, 12- $m-N$ それぞれは、前段($m-1$)段の各ユーザの干渉除去処理から加算器15-($m-1$)を介して得られた誤差信号と前段同一ユーザのICU2-($m-1$)- n で推定された干渉レプリカとを入力し、現段 m 段の干渉レプリカを再推定し、次段($m+1$)段の同一ユーザのICU2-($m+1$)- n へ出力し、その拡散処理結果を出力する。

【0068】従って、この構成におけるICU12- $m-n$ では、減算器27は不要となる。また最終段第 M 段のICU12- $M-1$, ~, 12- $M-N$ それぞれでは、現段 M 段の干渉レプリカを再推定する必要はなく、復調結果出力がそのままユーザ毎の復調信号1, ~, N として出力される。

【0069】初段第1段のICU12-1-1, ~, 12-1- N それぞれへ入力する誤差信号は受信信号そのものである。また、最終 M 段において、遅延器(D)13- M および加算器15- M は削除されているものとする。

【0070】遅延器(D)13- m は、遅延器(D)13-($m-1$)の出力を、ICU12- $m-n$ の出力が得られるまで遅延させ、加算器15- m と次段($m+1$)段の遅延器(D)13-($m+1$)との両者へ出力する。

【0071】初段の遅延器(D)13-1の入力は、ICU12-1- N の入力と等しく、受信信号そのものである。従って、各段の遅延器(D)13- m の出力は受信信号を各段それぞれで遅延させたものである。

【0072】加算器15- m は、遅延器(D)13- m の出力からICU12- $m-1$, ~, ICU12- $m-N$ 合計 N 個の拡散処理結果出力を減じることで、更新した誤差信号を次段のICU12-($m+1$)-1, ~, ICU12-($m+1$)- N へ出力する。最終 M 段では出力が各ユーザの復調信号であるので、上述のように、遅延器(D)13- M および加算器15- M は不要である。

【0073】すなわち、上記図3および図4に示される並列構成では、復調遅延の短縮を図ることができる。

【0074】上記説明において、再生される干渉レプリカは、ICUにおいて判定シンボルにパス単位の伝送路特性を乗じたパス数個からなる信号であり、それぞれの信号は、シンボル速度で次段へ伝送されて加減算処理されており、更に、パス単位での加算処理を行なっている。

【0075】なお、本発明は、拡散符号周期がシンボル周期と等しいショートコード拡散変調には勿論のこと、拡散符号周期がシンボル周期よりも長いロングコード拡散変調にも適用できる。

【0076】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、干渉除去部(ICU)が、検波器入力に前段干渉レプリカをパス単位に加算し、この信号から得られた判定シンボルにパス単位の伝送路特性を乗じたパス数個からなる信

号を干渉レプリカとして再生しこれら信号をシンボル速度で後段へ伝送している。

【0077】この構成によって記憶装置の規模を大幅に低減でき、またシンボルレート処理の活用により干渉レプリカの加算器の演算量を削減できる。

【0078】更に、2段目以降ではパス単位で前段干渉レプリカにより加算処理を行なっているため、マルチパス環境での信号伝搬の際、復調対象パスの逆拡散の際に復調対象外のパスにおける信号による干渉がないという効果を得ることができ、伝送路推定を逐次行なう場合には干渉除去特性を向上させることができる。

【0079】特に、この効果はパス数またはユーザ数が多い場合に大きく現れる。また、一部または全てにおいて並列構成を採用した構成では、上記効果に加え、復調遅延の短縮を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態を示す機能ブロック図である。

【図2】本発明の干渉除去部(ICU)の実施の一形態を示す回路ブロック図である。

【図3】図1とは別の本発明の実施の一形態を示す機能ブロック図である。

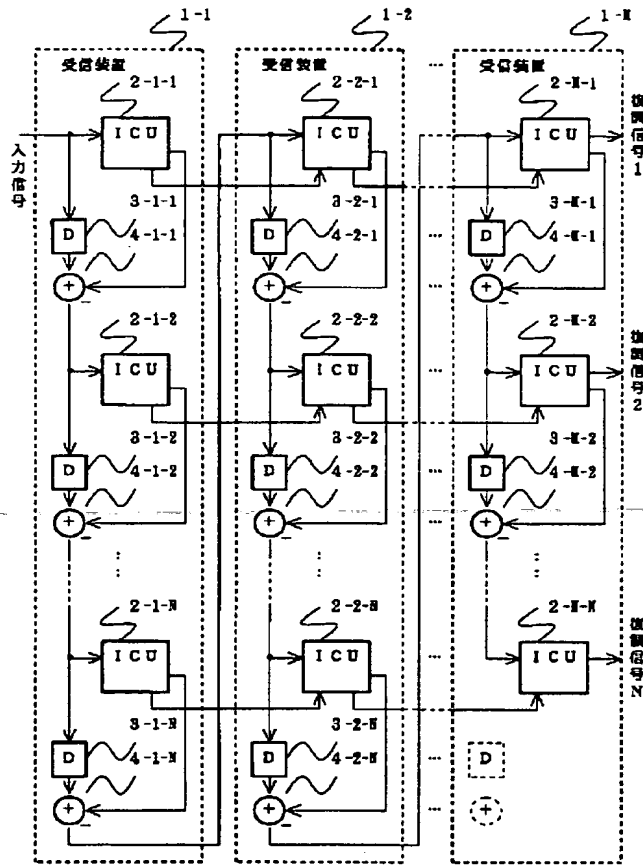
【図4】図1, 3とは別の本発明の実施の一形態を示す機能ブロック図である。

【図5】従来の干渉除去部分の一例を示す機能ブロック図である。

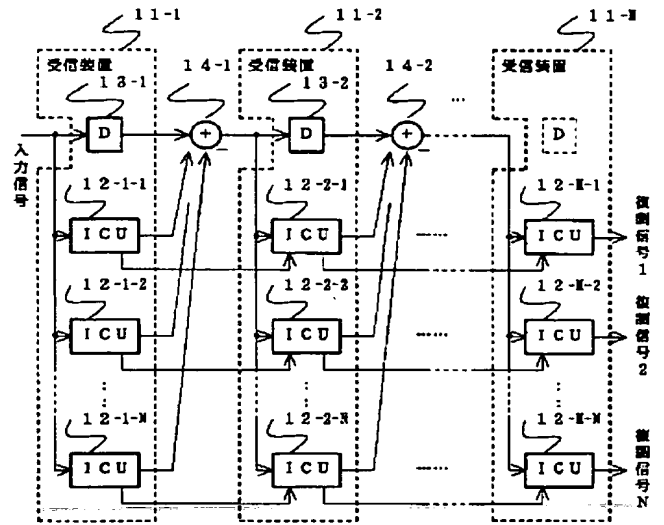
【符号の説明】

1-1, ~ 1- M , 11-1, ~ 11- M 受信装置
2-1-1, ~, 2-1- N , 2- M -1, ~, 2- M - N 干渉除去部(ICU)
3-1-1, ~, 3-1- N , 3- M -1, ~, 3- M -($N-1$) 遅延器(D)
4-1-1, ~, 4-1- N , 4- M -1, ~, 4- M -($N-1$) 加算器(減算処理)
12-1-1, ~, 12-1- N , 12- M -1, ~, 12- M - N 干渉除去部(ICU)
13-1, ~, 13-($m-1$) 遅延器(D)
14-1, ~, 14-($m-1$), 15-1, ~, 15-($m-1$) 加算器(減算処理)
21 逆拡散手段
22, 24, 29 加算器(加算処理)
23 検波器
25 判定器
26, 30, 33 乗算器
27 加算器(減算処理)
28 拡散手段
31 伝送路推定手段
32 複素共役手段

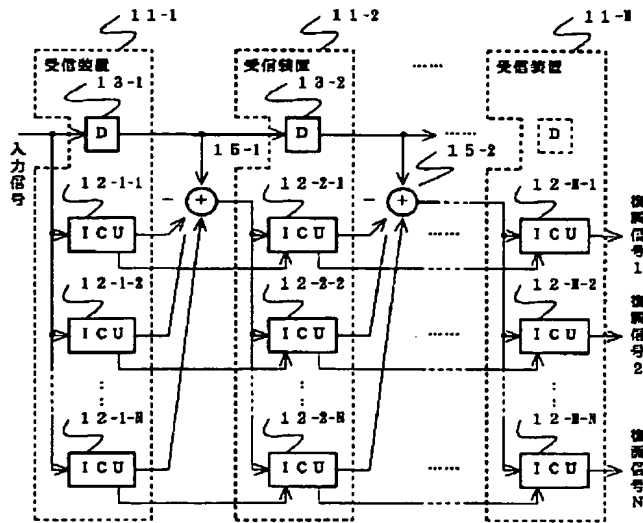
【図 1】



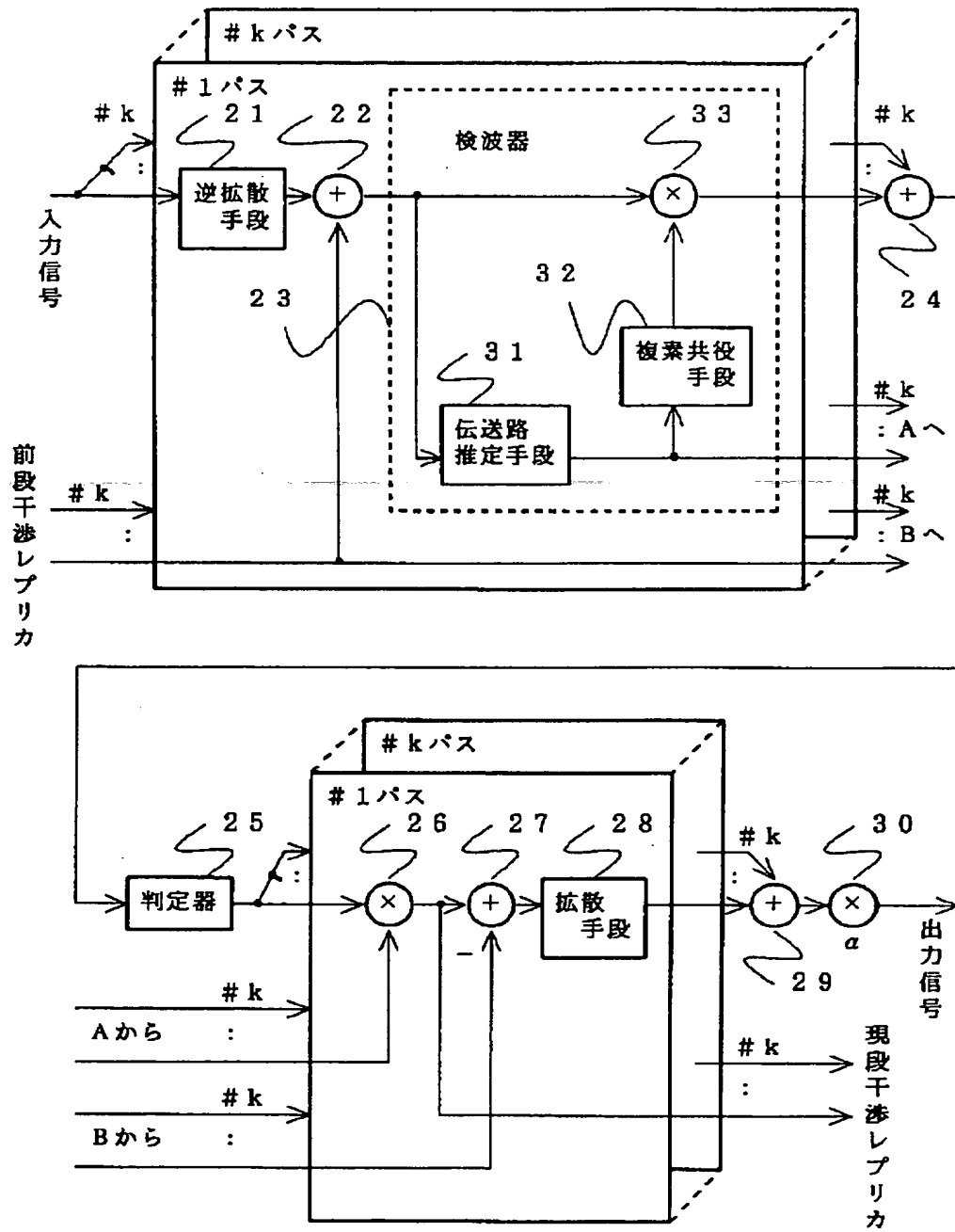
【図 3】



【図 4】



【図2】



【図 5】

